



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0126763
(43) 공개일자 2022년09월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01) C23C 16/458 (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/68757 (2013.01)
C23C 16/4581 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7028033
(22) 출원일자(국제) 2021년01월08일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년08월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/012593
(87) 국제공개번호 WO 2021/146098
국제공개일자 2021년07월22일
(30) 우선권주장
62/960,417 2020년01월13일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코퍼레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이
4650
(72) 발명자
새물은, 에릭
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨
이 4650
에를리히, 다텔
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨
이 4650
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

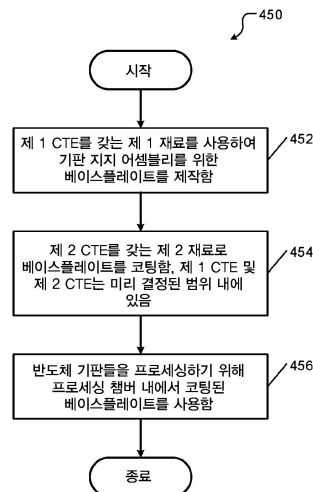
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 열적 옥사이드 스프레이 코팅과 개선된 열 팽창 매칭을 위한 혼합된 금속 베이스플레이트들

(57) 요약

프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 지지하기 위한 기판 지지 어셈블리의 베이스플레이트(baseplate)는 금속 및 비금속을 포함하는 제 1 재료로 이루어진 제 1 컴포넌트(component)를 포함한다. 제 1 재료는 제 1 열 팽창 계수(coefficient of thermal expansion)를 갖는다. 제 1 컴포넌트를 코팅하는 층은 제 2 재료로 이루어진다. 제 2 재료는 제 2 열 팽창 계수를 갖는다. 제 1 열 팽창 계수 및 제 2 열 팽창 계수는 상이하다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01J 37/32495 (2013.01)

H01J 37/32724 (2013.01)

H01L 21/67103 (2013.01)

H01L 21/67109 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 지지하기 위한 기판 지지 어셈블리의 베이스플레이트 (baseplate) 에 있어서,

금속 및 비금속을 포함하는 제 1 재료로 이루어진 제 1 컴포넌트 (component) 로서, 제 1 열 팽창 계수 (coefficient of thermal expansion) 를 갖는, 상기 제 1 컴포넌트; 및

상기 제 1 컴포넌트를 코팅하고 그리고 제 2 재료로 이루어진 층으로서, 상기 제 2 재료는 제 2 열 팽창 계수를 갖는, 상기 층을 포함하고,

상기 제 1 열 팽창 계수 및 상기 제 2 열 팽창 계수는 상이한, 베이스플레이트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수 및 상기 제 2 열 팽창 계수는 미리 결정된 범위 내에 있는, 베이스플레이트.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 제 2 열 팽창 계수보다 큰, 베이스플레이트.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 금속의 열 팽창 계수보다 작은, 베이스플레이트.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 미리 결정된 범위는 제 1 값과 제 2 값 사이이고, 상기 제 2 값은 상기 제 1 값보다 크고;

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 제 1 값보다 상기 제 2 값에 보다 가깝고; 그리고

상기 제 열 팽창 계수는 상기 제 2 값보다 상기 제 1 값에 보다 가까운, 베이스플레이트.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 미리 결정된 범위는 6 내지 12인, 베이스플레이트.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 재료의 상기 층의 두께는 30 μm 내지 2 mm인, 베이스플레이트.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 약 11이고; 그리고

상기 제 2 열 팽창 계수는 약 8인, 베이스플레이트.

청구항 9

제 1 항 있어서,
상기 금속은 알루미늄이고; 그리고
상기 비금속은 실리콘 카바이드인, 베이스플레이트.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 제 2 재료는 세라믹 재료인, 베이스플레이트.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 제 2 재료는 알루미늄 또는 이트리아 (yttria) 인, 베이스플레이트.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 제 1 컴포넌트를 코팅하는 상기 층 상에 배치된 제 3 재료로 이루어진 제 2 층; 및
상기 제 2 층 상에 배치된 상기 제 2 재료로 이루어진 제 3 컴포넌트를 더 포함하는, 베이스플레이트.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 제 2 층은 상기 제 3 컴포넌트를 상기 제 1 컴포넌트에 본딩하는 (bond), 베이스플레이트.

청구항 14

제 12 항에 있어서,
상기 제 2 층은 상기 제 3 컴포넌트와 상기 제 1 컴포넌트 사이에서 열을 전도하고 그리고 미리 결정된 시간 기간 동안 미리 결정된 온도 범위에 걸쳐 전단 응력 (shearing stress) 을 흡수하는, 베이스플레이트.

청구항 15

프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 지지하기 위한 기관 지지 어셈블리의 베이스플레이트를 제작하기 위한 방법에 있어서,

금속 및 비금속을 포함하는 제 1 재료를 사용하여 상기 베이스플레이트의 제 1 컴포넌트를 제작하는 단계로서, 상기 제 1 재료는 제 1 열 팽창 계수를 갖는, 상기 제 1 컴포넌트를 제작하는 단계; 및

제 2 열 팽창 계수를 갖는 제 2 재료의 층으로 상기 베이스플레이트의 상기 제 1 컴포넌트를 코팅하는 단계를 포함하고,

상기 제 1 열 팽창 계수 및 상기 제 2 열 팽창 계수는 상이한, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
상기 제 1 열 팽창 계수 및 상기 제 2 열 팽창 계수는 미리 결정된 범위 내에 있는, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 제 2 열 팽창 계수보다 큰, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 금속의 열 팽창 계수보다 작은, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 미리 결정된 범위는 제 1 값과 제 2 값 사이이고, 상기 제 2 값은 상기 제 1 값보다 크고;

상기 제 1 열 팽창 계수는 상기 제 1 값보다 상기 제 2 값에 보다 가깝고; 그리고

상기 제 2 열 팽창 계수는 상기 제 2 값보다 상기 제 1 값에 보다 가까운, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 미리 결정된 범위는 6 내지 12인, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 21

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 재료의 상기 층의 두께는 30 μm 내지 2 mm인, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 열 팽창 계수는 약 11이고; 그리고

상기 제 2 열 팽창 계수는 약 8인, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 23

제 15 항에 있어서,

상기 금속으로서 알루미늄을 선택하는 단계; 및

상기 비금속으로서 실리콘 카바이드를 선택하는 단계를 더 포함하는, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 24

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 재료로서 세라믹 재료를 선택하는 단계를 더 포함하는, 베이스플레이트 제작 방법.

청구항 25

제 15 항에 있어서,

상기 제 2 재료로서 알루미늄 또는 이트리아를 선택하는 단계를 더 포함하는, 베이스플레이트 제작 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 개시는 일반적으로 기판 프로세싱 시스템들에 관한 것이고, 보다 구체적으로 베이스플레이트들 (baseplates) 상에 도포된 스프레이 코팅 (spray coat) 과의 열 팽창 매칭 (thermal expansion matching) 을 개선하기 위해 프로세싱 챔버들에서 혼합된 금속 베이스플레이트들을 사용하는 것에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 본 개시의 맥락을 일반적으로 제시할 목적이다. 이 배경 기술 섹션에 기술된 정도의 본 명세서에 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원 시 종래 기술로서 달리 인정되지 않을 수도 있는 본 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.
- [0003] 기관 프로세싱 시스템은 통상적으로 반도체 웨이퍼들과 같은 기관들의 증착, 에칭 및 다른 처리들을 수행하기 위한 복수의 프로세싱 챔버들 (또한 프로세스 모듈들로 지칭됨) 을 포함한다. 기관 상에서 수행될 수도 있는 프로세스들의 예들은 이로 제한되는 것은 아니지만, 플라즈마 강화된 화학적 기상 증착 (plasma enhanced chemical vapor deposition; PECVD) 프로세스, 화학적 강화된 플라즈마 기상 증착 (chemically enhanced plasma vapor deposition; CEPVD) 프로세스 및 스퍼터링 (sputtering) 물리적 기상 증착 (physical vapor deposition; PVD) 프로세스를 포함한다. 기관 상에서 수행될 수도 있는 프로세스들의 부가적인 예들은 이로 제한되는 것은 아니지만, 에칭 (예를 들어, 화학적 에칭, 플라즈마 에칭, 반응성 이온 에칭, 등) 프로세스 및 세정 프로세스를 포함한다.
- [0004] 프로세싱 동안, 기관은 기관 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버의 페데스탈, 정전 척 (electrostatic chuck; ESC), 등과 같은 기관 지지부 상에 배치된다. 증착 동안, 하나 이상의 전구체들을 포함하는 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버 내로 도입되고, 그리고 플라즈마는 화학 반응들을 활성화하도록 (activate) 스트라이킹된다 (strike). 에칭 동안, 에칭 가스들을 포함하는 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버 내로 도입되고, 그리고 플라즈마는 화학 반응들을 활성화하도록 스트라이킹된다. 컴퓨터-제어된 로봇은 통상적으로 기관들이 프로세싱되는 시퀀스로 일 프로세싱 챔버로부터 또 다른 프로세싱 챔버로 기관들을 이송한다.

발명의 내용

- [0005] 관련 출원들에 대한 교차 참조
- [0006] 본 출원은 2020 년 1 월 13 일에 출원된 미국 특허 가출원 번호 제 62/960,417 호의 이익을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 참조로서 본 명세서에 인용된다.
- [0007] 프로세싱 챔버 내에서 반도체 기관을 지지하기 위한 기관 지지 어셈블리의 베이스플레이트 (baseplate) 는 금속 및 비금속을 포함하는 제 1 재료로 이루어진 제 1 컴포넌트 (component) 를 포함한다. 제 1 재료는 제 1 열 팽창 계수 (coefficient of thermal expansion) 를 갖는다. 제 1 컴포넌트를 코팅하는 층은 제 2 재료로 이루어진다. 제 2 재료는 제 2 열 팽창 계수를 갖는다. 제 1 열 팽창 계수 및 제 2 열 팽창 계수는 상이하다.
- [0008] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수 및 제 2 열 팽창 계수는 미리 결정된 범위 내에 있다.
- [0009] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수는 제 2 열 팽창 계수보다 크다.
- [0010] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수는 금속의 열 팽창 계수보다 작다.
- [0011] 다른 특징들에서, 미리 결정된 범위는 제 1 값과 제 2 값 사이이다. 제 2 값은 제 1 값보다 크다. 제 1 열 팽창 계수는 제 1 값보다 제 2 값에 보다 가깝다. 제 2 열 팽창 계수는 제 2 값보다 제 1 값에 보다 가깝다.
- [0012] 또 다른 특징에서, 미리 결정된 범위는 6 내지 12이다.
- [0013] 또 다른 특징에서, 제 2 재료의 층의 두께는 30 μm 내지 2 mm이다.
- [0014] 다른 특징들에서, 제 1 열 팽창 계수는 약 11이다. 제 2 열 팽창 계수는 약 8이다.
- [0015] 다른 특징들에서, 금속은 알루미늄이다. 비금속은 실리콘 카바이드이다.
- [0016] 또 다른 특징에서, 제 2 재료는 세라믹 재료이다.
- [0017] 또 다른 특징에서, 제 2 재료는 알루미나 또는 이트리아 (yttria) 이다.
- [0018] 다른 특징들에서, 베이스플레이트는 제 1 컴포넌트를 코팅하는 층 상에 배치된 제 3 재료로 이루어진 제 2 층 및 제 2 층 상에 배치된 제 2 재료로 이루어진 제 3 컴포넌트를 더 포함한다.
- [0019] 또 다른 피처에서, 제 2 층은 제 3 컴포넌트를 제 1 컴포넌트에 본딩한다 (bond).

- [0020] 다른 특징들에서, 제 2 층은 제 3 컴포넌트와 제 1 컴포넌트 사이에서 열을 전도하고 그리고 미리 결정된 시간 기간 동안 미리 결정된 온도 범위에 걸쳐 전단 응력 (shearing stress) 을 흡수한다.
- [0021] 또 다른 특징들에서, 프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 지지하기 위한 기관 지지 어셈블리의 베이스플레이트를 제작하기 위한 방법은 금속 및 비금속을 포함하는 제 1 재료를 사용하여 베이스플레이트의 제 1 컴포넌트를 제작하는 단계를 포함한다. 제 1 재료는 제 1 열 팽창 계수를 갖는다. 방법은 제 2 열 팽창 계수를 갖는 제 2 재료의 층으로 베이스플레이트의 제 1 컴포넌트를 코팅하는 단계를 포함한다. 제 1 열 팽창 계수 및 제 2 열 팽창 계수는 상이하다.
- [0022] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수 및 제 2 열 팽창 계수는 미리 결정된 범위 내에 있다.
- [0023] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수는 제 2 열 팽창 계수보다 크다.
- [0024] 또 다른 특징에서, 제 1 열 팽창 계수는 금속의 열 팽창 계수보다 작다.
- [0025] 다른 특징들에서, 미리 결정된 범위는 제 1 값과 제 2 값 사이이다. 제 2 값은 제 1 값보다 크다. 제 1 열 팽창 계수는 제 1 값보다 제 2 값에 보다 가깝다. 제 2 열 팽창 계수는 제 2 값보다 제 1 값에 보다 가깝다.
- [0026] 또 다른 특징에서, 미리 결정된 범위는 6 내지 12이다.
- [0027] 또 다른 특징에서, 제 2 재료의 층의 두께는 30 μm 내지 2 mm이다.
- [0028] 다른 특징들에서, 제 1 열 팽창 계수는 약 11이다. 제 2 열 팽창 계수는 약 8이다.
- [0029] 또 다른 특징에서, 방법은 금속으로서 알루미늄을 선택하는 단계 및 비금속으로서 실리콘 카바이드를 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0030] 또 다른 특징에서, 방법은 제 2 재료로서 세라믹 재료를 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0031] 또 다른 특징에서, 방법은 제 2 재료로서 알루미늄이나 또는 이트리아를 선택하는 단계를 더 포함한다.
- [0032] 본 개시의 추가 적용 가능 영역들은 상세한 기술 (description), 청구항들 및 도면들로부터 자명해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시의 목적들을 위해 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.
- 도 1은 프로세싱 챔버를 포함하는 기관 프로세싱 시스템의 제 1 예를 도시한다.
- 도 2는 프로세싱 챔버를 포함하는 기관 프로세싱 시스템의 제 2 예를 도시한다.
- 도 3은 프로세싱 챔버를 포함하는 기관 프로세싱 시스템의 제 3 예를 도시한다.
- 도 4 및 도 5는 기관 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버에서 사용될 수 있는 본 개시에 따른 베이스플레이트의 일 예를 개략적으로 도시한다.
- 도 6은 본 개시에 따른 기관 프로세싱 시스템의 기관 지지 어셈블리를 위한 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트를 제작하는 방법을 도시한다.
- 도 7은 본 개시에 따른 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트의 기관을 제작하기 위한 방법을 도시한다.
- 도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하기 위해 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 베이스플레이트 (baseplate) 는 프로세싱 동안 상부에 웨이퍼가 배치되는 프로세싱 챔버의 기본 컴포넌트 (component) 이다. 베이스플레이트는 통상적으로 금속 기관의 외부를 커버링하는 (cover) 옥사이드 재료의 스프레이 코팅 (spray coat) 을 갖는 금속 기관으로 이루어진다. 스프레이 코팅은 프로세싱 챔버의 극단적인 환경들로부터 베이스플레이트 (즉, 금속 기관) 를 보호하기 위해 (예를 들어, 플라즈마 부식 및 아킹 (arcing) 으로부터 베이스플레이트를 보호하기 위해) 사용된다.
- [0035] 프로세스에 따라, 베이스플레이트는 예를 들어 약 100 $^{\circ}\text{C}$ 초과의 넓은 온도 범위에 걸쳐 활용될 수 있다. 금속

기관에 대한 스프레이 코팅의 적절한 접착을 보장하고 그리고 스프레이 코팅의 크래킹 (cracking) 의 감소를 보장하기 위해, 전체 동작 레짐 (operational regime) 에 걸쳐 스프레이 코팅에 대한 응력을 관리하는 것은 스프레이 코팅과 비교하여 금속 기관의 열 팽창의 미스매칭 (mismatch) 으로 인해 어려울 수 있다. 본 개시에 따라, 스프레이 코팅과 보다 잘 매칭되는 열 팽창을 갖는 혼합된 금속 기관을 활용함으로써, 스프레이 코팅에 대한 응력은 전체 동작 레짐에 걸쳐 상대적으로 완화될 수 있다.

[0036] 베이스플레이트들은 통상적으로 알루미늄 옥사이드 커버링 층의 스프레이 코팅을 갖는 알루미늄으로 이루어진다. 알루미늄의 열 팽창 계수 (coefficient of thermal expansion) 는 $20 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$ 보다 크다. 이는 거의 $8 \mu\text{m}/^\circ\text{C}$ 인, 알루미늄 옥사이드의 열 팽창 계수를 상당히 보다 크다. 옥사이드 층이 고온들에서 도포됨에 따라, 코팅은 알루미늄 기관이 옥사이드 스프레이 코팅보다 훨씬 보다 많이 수축하는 극저온 (cryogenic temperature) 에서 큰 인장 응력들을 경험한다.

[0037] 본 개시는 아래에 놓인 기관 (underlying substrate) 의 열 팽창 특성들을 기관 위에 도포된 스프레이 코팅의 열 팽창 특성들에 보다 잘 매칭시키도록 혼합된 금속 기관들을 포함하는 베이스플레이트들을 제공한다. 구체적으로, 본 개시에 따라, 베이스플레이트 내의 알루미늄 금속 기관은 스프레이 코팅 (예를 들어, 알루미늄 옥사이드 층) 과 보다 잘 매칭되는 열 팽창 계수를 갖는 혼합된 금속 기관으로 대체된다. 예를 들어, 금속 매트릭스 복합재들 (metal matrix composites; MMCs) (이하에 설명됨) 이라고 불리는 재료들은 세라믹 재료가 스프레이 코팅되는 베이스플레이트 기관들로서 사용된다. 혼합된 금속 기관과 스프레이 코팅 사이의 열 팽창 계수를 보다 잘 매칭시킴으로써, 스프레이 코팅에 대한 응력은 대부분의 동작 온도 또는 모든 동작 온도에 대해 응력이 없는 (zero stress) 조건에 가깝게 유지될 수 있다. 이는 스프레이 코팅에 대한 응력을 최소화하도록 베이스플레이트의 치수 설계를 변화시킬 필요성을 완화시킨다.

[0038] 본 개시의 교시들은 베이스플레이트들에만 제한되지 않는다. 오히려, 교시들은 통상적으로 옥사이드 층의 스프레이 코팅으로 커버링된 금속 기관을 포함하고 프로세싱 챔버들의 극단적인 환경들로 인해 응력들을 경험하는 프로세싱 챔버들의 다양한 다른 컴포넌트들로 확장되고 적용될 수 있다. 이들 컴포넌트들은 또한 기관과 세라믹 층 사이 열 팽창의 개선된 매칭이 있도록 세라믹 층으로 코팅되는 혼합된 금속 기관들을 사용하여 제작될 수 있고, 이는 이들 컴포넌트들에 대한 응력들을 감소시킨다. 이러한 컴포넌트들의 비제한적인 예들은 프로세싱 챔버들의 내측 벽들, 프로세싱 챔버들에서 사용되는 다양한 환형 링 (annular ring) 형상 컴포넌트들, 샤워헤드들, 등을 포함한다.

[0039] 본 개시는 다음과 같이 구체화된다. 처음에, 본 개시의 교시들이 적용될 수 있는 다양한 컴포넌트들 및 프로세싱 챔버들 내의 독한 환경들 (harsh environs) 을 이해하기 위해, 도 1 내지 도 3을 참조하여 상이한 프로세싱 챔버들의 예들이 도시되고 기술된다. 후속하여, 금속 매트릭스 복합재 (MMC) 재료들이 상세히 설명된다. 그 후, 본 개시에 따른 베이스플레이트들의 예시적인 설계들이 도 4 및 도 5를 참조하여 도시되고 기술된다. 후속하여, 본 개시에 따른 베이스플레이트들을 제작하는 예시적인 방법들이 도 6 및 도 7을 참조하여 도시되고 기술된다.

[0040] 도 1은 프로세싱 챔버 (102) 를 포함하는 기관 프로세싱 시스템 (100) 의 일 예를 도시한다. 예가 플라즈마 강화된 화학적 기상 증착 (plasma enhanced chemical vapor deposition; PECVD) 의 맥락에서 기술되지만, 본 개시의 교시들은 원자 층 증착 (atomic layer feposition; ALD), 플라즈마 강화된 ALD (plasma enhanced ALD; PEALD), CVD와 같은 다른 타입들의 기관 프로세싱 또는 에칭 프로세스들을 포함하는 다른 프로세싱에 또한 적용될 수 있다. 시스템 (100) 은 시스템 (100) 의 다른 컴포넌트들을 인클로징하고 (enclose), (사용된다면) RF 플라즈마를 담는 프로세싱 챔버 (102) 를 포함한다. 프로세싱 챔버 (102) 는 상부 전극 (104) 및 정전 척 (electrostatic chuck; ESC) (106) 또는 다른 기관 지지부를 포함한다. 동작 동안, 기관 (108) 이 ESC (106) 상에 배치된다.

[0041] 예를 들면, 상부 전극 (104) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤워헤드와 같은 가스 분배 디바이스 (110) 를 포함할 수도 있다. 가스 분배 디바이스 (110) 는 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면에 연결된 일 단부를 포함하는 스템 (stem) 부분을 포함할 수도 있다. 샤워헤드의 베이스 부분은 일반적으로 원통형이고 그리고 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면으로부터 이격되는 위치에서 스템 부분의 반대편 단부로부터 방사상으로 외측으로 연장한다. 샤워헤드의 베이스 부분의 기관-대면 표면 또는 대면플레이트 (faceplate) 는 복수의 홀들 (holes) 을 포함하고, 이를 통해 기화된 전구체, 프로세스 가스, 또는 퍼지 (purge) 가스가 흐른다. 대안적으로, 상부 전극 (104) 은 전도성 플레이트를 포함할 수도 있고, 그리고 프로세스 가스들은 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

- [0042] ESC (106) 는 하부 전극으로서 작용하는 베이스플레이트 (112) 를 포함한다. 베이스플레이트 (112) 는 베이스플레이트 (112) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 채널들 (118) 을 포함할 수도 있다. 베이스플레이트 (112) 는 프로세싱 동안 기관 (108) 이 배치되는 세라믹 플레이트 (114) 를 지지한다. 본딩 층 (116) 은 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이에 배치된다. 일부 적용 예들에서, 세라믹 플레이트 (114) 는 하나 이상의 히터들 (예를 들어, 멀티-존 (multi-zone) 히터들 (미도시)) 을 포함할 수도 있다.
- [0043] 플라즈마가 사용되면, RF 생성 시스템 (120) 이 RF 전압을 생성하고, 그리고 상부 전극 (104) 및 하부 전극 (예를 들어, ESC (106) 의 베이스플레이트 (112)) 중 하나로 RF 전압을 출력한다. 상부 전극 (104) 및 베이스플레이트 (112) 중 다른 하나는 DC 접지될 수도 있거나, AC 접지될 수도 있거나, 또는 플로팅할 수도 있다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (120) 은 매칭 및 분배 네트워크 (124) 에 의해 상부 전극 (104) 또는 베이스플레이트 (112) 에 피딩되는 (feed) RF 전력을 생성하는, RF 전력 생성기 (122) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라즈마는 유도적으로 또는 리모트로 생성될 수도 있다.
- [0044] 가스 전달 시스템 (130) 은 하나 이상의 가스 소스들 (132-1, 132-2, ... 및 132-N) (집합적으로 가스 소스들 (132)) 을 포함하고, 여기서 N은 0보다 큰 정수이다. 가스 소스들 (132) 은 밸브들 (134-1, 134-2, ... 및 134-N) (집합적으로 밸브들 (134)) 및 질량 유량 제어기들 (mass flow controllers; MFCs) (136-1, 136-2, ... 및 136-N) (집합적으로 MFC들 (136)) 에 의해 매니폴드 (140) 에 연결된다. 증기 전달 시스템 (142) 은 기화된 전구체를 매니폴드 (140) 또는 프로세싱 챔버 (102) 에 연결되는 또 다른 매니폴드 (미도시) 에 공급한다. 매니폴드 (140) 의 출력이 프로세싱 챔버 (102) 에 피딩된다.
- [0045] 온도 제어기 (150) 는 채널들 (118) 을 통한 냉각제 플로우를 제어하기 위해 냉각제 어셈블리 (154) 와 통신할 수도 있다. 예를 들어, 냉각제 어셈블리 (154) 는 냉각제 펌프, 저장부 (reservoir) 및 하나 이상의 온도 센서들 (미도시) 을 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (150) 는 ESC (106) 를 냉각하기 위해 채널들 (118) 을 통해 냉각제를 선택적으로 흘리도록 냉각제 어셈블리 (154) 를 동작시킨다. 일부 적용 예들에서, 세라믹 플레이트 (114) 가 히터 (152) 를 포함할 때, 온도 제어기 (150) 는 세라믹 플레이트 (114) 내에 배치된 복수의 열적 제어 엘리먼트들 (thermal control elements; TCEs) (152) 에 연결될 수도 있다. 온도 제어기 (150) 는 ESC (106) 및 기관 (108) 의 온도를 제어하기 위해 복수의 TCE들 (152) 을 제어하기 위해 사용될 수도 있다. 밸브 (156) 및 펌프 (158) 가 프로세싱 챔버 (102) 로부터 반응 물질들을 배기하기 위해 사용될 수도 있다. 시스템 제어기 (160) 가 시스템 (100) 의 컴포넌트들을 제어한다.
- [0046] 도 2는 기관 프로세싱 시스템 (200) 의 또 다른 예를 도시한다. 기관 프로세싱 시스템 (200) 은 코일 구동 회로 (211) 를 포함한다. 일부 예들에서, 코일 구동 회로 (211) 는 RF 소스 (212), 펄싱 회로 (214) 및 튜닝 회로 (즉, 매칭 회로) (213) 를 포함한다. 펄싱 회로 (214) 는 RF 소스 (212) 에 의해 생성된 RF 신호의 변압기 커플링된 플라즈마 (Transformer Coupled Plasma; TCP) 엔벨로프 (envelope) 를 제어하고 그리고 동작 동안 1 %와 99 % 사이에서 TCP 엔벨로프의 듀티 사이클 (duty cycle) 을 가변시킨다. 인식될 수 있는 바와 같이, 펄싱 회로 (214) 및 RF 소스 (212) 는 일부 구현 예들에서 결합되거나 분리될 수 있다.
- [0047] 튜닝 회로 (213) 는 유도 코일 (216) 에 직접 연결될 수도 있다. 기관 프로세싱 시스템 (200) 이 단일 코일을 사용하는 반면, 일부 기관 프로세싱 시스템들은 복수의 코일들 (예를 들어, 내측 코일 및 외측 코일) 을 사용할 수도 있다. 튜닝 회로 (213) 는 RF 소스 (212) 의 출력을 목표된 주파수 및/또는 목표된 위상으로 튜닝하고, 그리고 코일 (216) 의 임피던스를 매칭시킨다.
- [0048] 유전체 윈도우 (dielectric window) (224) 가 프로세싱 챔버 (228) 의 상단 측면을 따라 배치된다. 프로세싱 챔버 (228) 는 기관 (234) 을 지지하기 위한 기관 지지부 (또는 페데스탈) (232) 를 포함한다. 기관 지지부 (232) 는 정전 척 (ESC), 또는 기계적 척 또는 다른 타입의 척을 포함할 수도 있다. 프로세스 가스가 프로세싱 챔버 (228) 로 공급되고 그리고 플라즈마 (240) 가 프로세싱 챔버 (228) 내부에서 생성된다. 플라즈마 (240) 는 기관 (234) 의 노출된 표면을 에칭한다. RF 소스 (250), 펄싱 회로 (251) 및 바이어스 매칭 회로 (252) 가 이온 에너지를 제어하기 위한 동작 동안 기관 지지부 (232) 를 바이어싱하기 (bias) 위해 사용될 수도 있다.
- [0049] 가스 전달 시스템 (256) 이 프로세싱 챔버 (228) 로 프로세스 가스 혼합물을 공급하기 위해 사용될 수도 있다. 가스 전달 시스템 (256) 은 프로세스 및 불활성 가스 소스들 (257), 밸브들 및 질량 유량 제어기들과 같은 가스 계량 시스템 (258) 및 매니폴드 (259) 를 포함할 수도 있다. 가스 주입기 (263) 가 유전체 윈도우 (224) 의 중심에 배치될 수도 있고, 그리고 가스 전달 시스템 (256) 으로부터 프로세싱 챔버 (228) 내로 가스 혼합물들을 주입하기 위해 사용된다. 부가적으로 또는 대안적으로, 가스 혼합물들은 프로세싱 챔버 (228) 의 측면으로부터

주입될 수도 있다.

- [0050] 히터/냉각기 (264) 가 기관 지지부 (232) 를 미리 결정된 온도로 가열/냉각하기 위해 사용될 수도 있다. 배기 시스템 (265) 은 프로세싱 챔버 내 압력을 제어하기 위한 그리고/또는 퍼지 또는 배기에 의해 프로세싱 챔버 (228) 로부터 반응 물질들을 제거하기 위한 밸브 (266) 및 펌프 (267) 를 포함한다.
- [0051] 제어기 (254) 가 예칭 프로세스를 제어하기 위해 사용될 수도 있다. 제어기 (254) 는 시스템 파라미터들을 모니터링하고 그리고 가스 혼합물의 전달; 플라즈마의 스트라이킹 (strike), 유지 및 소화 (extinguish); 반응 물질들의 제거; 냉각 가스의 공급, 등을 제어한다. 부가적으로, 이하에 기술된 바와 같이, 제어기 (254) 는 코일 구동 회로 (210), RF 소스 (250) 및 바이어스 매칭 회로 (252), 등의 다양한 양태들을 제어할 수도 있다.
- [0052] 도 3은 기관의 층을 예칭하기 위한 프로세싱 챔버 (300) 를 도시한다. 프로세싱 챔버 (300) 는 하부 챔버 영역 (302) 및 상부 챔버 영역 (304) 을 포함한다. 하부 챔버 영역 (302) 은 챔버 측벽 표면들 (308), 챔버 하단 표면 (310) 및 가스 분배 디바이스 (314) 의 하부 표면에 의해 규정된다. 상부 챔버 영역 (304) 은 가스 분배 디바이스 (314) 의 상부 표면 및 돔 (dome) (318) 의 내측 표면에 의해 규정된다.
- [0053] 일부 예들에서, 돔 (318) 은 제 1 환형 지지부 (321) 상에 놓인다 (rest). 일부 예들에서, 제 1 환형 지지부 (321) 는 프로세스 가스를 상부 챔버 영역 (304) 으로 전달하기 위한 하나 이상의 이격된 홀들 (323) 을 포함한다. 일부 예들에서, 프로세스 가스는 가스 분배 디바이스 (314) 를 포함하는 평면 (plane) 에 대해 예각으로 상향 방향으로 하나 이상의 이격된 홀들 (323) 에 의해 전달되지만, 다른 각도들/방향들이 사용될 수도 있다. 일부 예들에서, 제 1 환형 지지부 (321) 내의 가스 플로우 채널 (334) 은 하나 이상의 이격된 홀들 (323) 에 가스를 공급한다.
- [0054] 제 1 환형 지지부 (321) 는 가스 플로우 채널 (329) 로부터 하부 챔버 영역 (302) 으로 프로세스 가스를 전달하기 위해 하나 이상의 이격된 홀들 (327) 을 규정하는 제 2 환형 지지부 (325) 상에 놓일 수도 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스 (314) 의 홀들 (331) 은 홀들 (327) 과 정렬된다. 다른 예들에서, 가스 분배 디바이스 (314) 는 보다 작은 직경을 갖고, 그리고 홀들 (331) 은 필요하지 않다. 일부 예들에서, 프로세스 가스는 가스 분배 디바이스 (314) 를 포함하는 평면에 대해 예각으로 기관 (326) 을 향하여 하향 방향으로 하나 이상의 이격된 홀들 (327) 에 의해 전달되지만, 다른 각도들/방향들이 사용될 수도 있다. 다른 예들에서, 상부 챔버 영역 (304) 은 편평한 상단 표면을 갖는 원통형이고 그리고 하나 이상의 편평한 유도 코일들이 사용될 수도 있다. 또 다른 예들에서, 단일 챔버는 샤워헤드와 기관 지지부 사이에 위치한 스페이서 (spacer) 와 함께 사용될 수도 있다.
- [0055] 기관 지지부 (322) 는 하부 챔버 영역 (304) 내에 배치된다. 일부 예들에서, 기관 지지부 (322) 는 정전 척 (ESC) 을 포함하지만, 다른 타입들의 기관 지지부들이 사용될 수 있다. 기관 (326) 은 예칭 동안 기관 지지부 (322) 의 상부 표면 상에 배치된다. 일부 예들에서, 기관 (326) 의 온도는 히터 플레이트 (330), 유체 채널들을 갖는 선택 가능한 (optional) 냉각 플레이트 및 하나 이상의 센서들 (미도시) 에 의해 제어될 수도 있지만, 임의의 다른 적합한 기관 지지부 온도 제어 시스템이 사용될 수도 있다.
- [0056] 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스 (314) 는 샤워헤드 (예를 들어, 복수의 이격된 홀들 (327) 을 갖는 플레이트 (328)) 를 포함한다. 복수의 이격된 홀들 (327) 은 플레이트 (328) 의 상부 표면으로부터 플레이트 (328) 의 하부 표면으로 연장한다. 일부 예들에서, 이격된 홀들 (327) 은 0.4 인치 내지 0.75 인치 범위의 직경을 갖고 그리고 샤워헤드는 알루미늄과 같은 전도성 재료 또는 전도성 재료로 이루어진 임베딩된 (embed) 전극을 갖는 세라믹과 같은 비전도성 재료로 이루어진다.
- [0057] 하나 이상의 유도 코일들 (340) 이 돔 (318) 의 외측 부분 둘레에 배치된다. 에너지가 인가될 (energize) 때, 하나 이상의 유도 코일들 (340) 은 돔 (318) 의 내부에 전자기장을 생성한다. 일부 예들에서, 상부 코일 및 하부 코일이 사용된다. 가스 주입기 (342) 가 가스 전달 시스템 (350-1) 으로부터 하나 이상의 가스 혼합물들을 주입한다. 일부 예들에서, 가스 전달 시스템 (350-1) 은 하나 이상의 가스 소스들 (352), 하나 이상의 밸브들 (354), 하나 이상의 질량 유량 제어기들 (mass flow controllers; MFCs) (356) 및 혼합 매니폴드 (358) 를 포함하지만, 다른 타입들의 가스 전달 시스템들이 사용될 수도 있다. 가스 스플리터 (splitter) (미도시) 가 가스 혼합물의 플로우 레이트들을 가변하기 위해 사용될 수도 있다. 또 다른 가스 전달 시스템 (350-2) 은 (가스 주입기 (342) 로부터 예칭 가스에 더하여 또는 대신) 예칭 가스 또는 예칭 가스 혼합물을 가스 플로우 채널들 (329 및/또는 334) 에 공급하기 위해 사용될 수도 있다.
- [0058] 일부 예들에서, 가스 주입기 (342) 는 가스를 하향 방향으로 지향시키는 중심 주입 위치 및 하향 방향에 대해

비스듬히 (at an angle) 가스를 주입하는 하나 이상의 측면 주입 위치들을 포함한다. 일부 예들에서, 가스 전달 시스템 (350-1) 은 제 1 플로우 레이트로 가스 혼합물의 제 1 부분을 중심 주입 위치로 전달하고 그리고 제 2 플로우 레이트로 가스 혼합물의 제 2 부분을 가스 주입기 (342) 의 측면 주입 위치(들)로 전달한다. 다른 예들에서, 상이한 가스 혼합물들이 가스 주입기 (342) 에 의해 전달된다. 일부 예들에서, 가스 전달 시스템 (350-1) 은 이하에 기술될 바와 같이, 튜닝 가스를 가스 플로우 채널들 (329 및 334) 및/또는 프로세싱 챔버의 다른 위치들로 전달한다.

[0059] 플라즈마 생성기 (370) 가 하나 이상의 유도 코일들 (340) 로 출력되는 RF 전력을 생성하기 위해 사용될 수도 있다. 플라즈마 (390) 는 상부 챔버 영역 (304) 에서 생성된다. 일부 예들에서, 플라즈마 생성기 (370) 는 RF 생성기 (372) 및 매칭 네트워크 (374) 를 포함한다. 매칭 네트워크 (374) 는 RF 생성기 (372) 의 임피던스를 하나 이상의 유도 코일들 (340) 의 임피던스에 매칭시킨다. 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스 (314) 는 접지와 같은 기준 전위에 연결된다. 밸브 (378) 및 펌프 (380) 가 하부 챔버 영역 (302) 및 상부 챔버 영역 (304) 내부의 압력을 제어하고 그리고 반응 물질들을 배기하기 위해 사용될 수도 있다.

[0060] 제어기 (376) 는 프로세스 가스의 플로우, 퍼지 가스, RF 플라즈마 및 챔버 압력을 제어하기 위해 가스 전달 시스템 (350-1 및 350-2), 밸브 (378), 펌프 (380) 및 플라즈마 생성기 (370) 와 통신한다. 일부 예들에서, 플라즈마는 하나 이상의 유도 코일들 (340) 에 의해 돔 (318) 내부에서 지속된다. 하나 이상의 가스 혼합물들이 가스 주입기 (342) (및/또는 홀들 (323)) 를 사용하여 챔버의 상단 부분으로부터 도입되고, 그리고 플라즈마는 가스 분배 디바이스 (314) 를 사용하여 돔 (318) 내에 한정된다 (confine).

[0061] 돔 (318) 내에 플라즈마를 한정하는 것은 플라즈마 종의 체적 재결합을 허용하고 그리고 가스 분배 디바이스 (314) 를 통해 목표된 에천트 종을 발산하게 (effuse) 한다. 일부 예들에서, 기관 (326) 에 인가된 RF 바이어스가 없다. 그 결과, 기관 (326) 상에 활성 시스 (sheath) 가 없고 그리고 이온들은 임의의 유한한 에너지로 기관에 부딪치지 (hit) 않는다. 이온들의 일부 양은 가스 분배 디바이스 (314) 를 통해 플라즈마 영역으로부터 확산될 것이다. 그러나, 확산하는 플라즈마의 양은 돔 (318) 내부에 위치된 플라즈마보다 10 배보다 적다. 플라즈마의 대부분의 이온들은 고압들에서 체적 재결합에 의해 손실된다. 가스 분배 디바이스 (314) 의 상부 표면에서의 표면 재결합 손실은 또한 가스 분배 디바이스 (314) 아래의 이온 밀도를 하강시킨다.

[0062] 다른 예들에서, RF 바이어스 생성기 (384) 가 제공되고 그리고 RF 생성기 (386) 및 매칭 네트워크 (388) 를 포함한다. RF 바이어스는 가스 분배 디바이스 (314) 와 기관 지지부 사이에 플라즈마를 생성하거나 이온들을 끌어 당기기 (attract) 위해 기관 (326) 상에 셀프-바이어스를 생성하도록 사용될 수 있다. 제어기 (376) 는 RF 바이어스를 제어하기 위해 사용될 수도 있다.

[0063] 이제 금속 매트릭스 복합재 (MMC) 재료들이 상세히 설명된다. 금속 매트릭스 복합재 (MMC) 는 적어도 2 개의 구성 성분들을 갖는 복합 재료이고, 하나는 금속인 반면 다른 하나는 상이한 금속일 수도 있고 또는 세라믹 또는 유기 화합물과 같은 또 다른 재료일 수도 있다. 적어도 3 개의 재료들이 사용될 때, MMC는 하이브리드 복합재로 불린다.

[0064] MMC들은 금속 매트릭스에 강화 (reinforcing) 재료를 분산시킴으로써 만들어진다. 강화재 표면은 매트릭스와의 화학 반응을 방지하기 위해 코팅될 수 있다. 예를 들어, 탄소 섬유들은 저밀도 및 고강도를 나타내는 복합재들을 합성하기 위해 알루미늄 매트릭스에 사용된다. 그러나, 탄소는 섬유의 표면 상에 취성 (brittle) 및 수용성 화합물을 생성하기 위해 알루미늄과 반응한다. 반응을 방지하기 위해, 탄소 섬유들은 니켈 또는 티타늄 보라이드 (titanium boride) 로 코팅된다.

[0065] 매트릭스는 강화재 재료가 임베딩되는 모놀리식 (monolithic) 재료이고, 연속적이다 (즉, 2 개의 재료들이 함께 샌드위치될 때와 달리, 재료의 임의의 지점으로 매트릭스를 통한 경로가 존재한다). 구조적 적용 예들에서, 매트릭스는 보통 알루미늄, 마그네슘, 또는 티타늄과 같은 보다 가벼운 금속이고, 그리고 강화재를 위한 지지를 제공한다. 고온 적용 예들에서, 코발트 매트릭스 및 코발트-니켈 합금 매트릭스가 사용될 수도 있다.

[0066] 강화재는 항상 순수하게 구조적인 (예를 들어, 화합물을 강화하는) 태스크 (task) 를 제공하는 것은 아니고, 또한 내마모성 (wear resistance), 마찰 계수 및 열 전도도와 같은 물리적 특성들을 변화시키기 위해 사용된다. 강화재는 연속적이거나 불연속적일 수 있다. 불연속적인 MMC들은 등방성일 수 있고 그리고 압출 (extrusion), 단조 (forging), 또는 롤링 (rolling) 과 같은 표준 금속 가공 기법들을 사용하여 가공될 수 있다. 이에 더하여, 이들은 종래의 기법들을 사용하여 머시닝될 수도 있지만 다결정 다이아몬드 (polycrystalline diamond; PCD) 툴링 (tooling) 과 같은 기법들을 사용하여 추가의 툴링이 필요할 수도 있다.

- [0067] 연속적 강화재는 탄소 섬유 또는 실리콘 카바이드와 같은 모노필라멘트 와이어들 (monofilament wires) 또는 섬유들을 사용한다. 섬유들이 특정한 방향으로 매트릭스 내로 임베딩되기 때문에, 결과는 재료의 정렬이 재료의 강도에 영향을 주는 이방성 구조이다. 불연속적인 강화재는 짧은 섬유들 또는 입자들을 사용한다. 이러한 강화 재료들의 예들은 알루미늄 및 실리콘 카바이드를 포함한다.
- [0068] MMC 제작은 일반적으로 고체, 액체 및 증기의 세 가지 타입들일 수 있다. MMC들은 섬유/매트릭스 계면의 확산 본딩을 위해 상승된 온도들에서 제조된다. 나중에, 이들이 주변 온도 (ambient temperature) 로 냉각될 때, 금속 매트릭스와 섬유의 계수들 사이의 미스매칭으로 인해 복합재 내에 잔류 응력들 (residual stresses) 이 생성된다. 제작 동안 잔류 응력들은 모든 로딩 (loading) 조건들에서 MMC들의 기계적 거동에 상당한 영향을 준다. 일부 경우들에서, 열적 잔류 응력들은 제작 프로세스 동안 매트릭스 내에서 가소성 변형 (plastic deformation) 을 개시하도록 충분히 높다.
- [0069] 고체 상태 제작 방법들은 분말 블렌딩 및 고형화 (consolidation) (분말 야금 (powder metallurgy)) 을 포함한다. 이 방법에서, 분말화된 금속 및 불연속적인 강화재는 혼합되고 그리고 이어서 아마도 HIP (hot isostatic pressing) 또는 압출을 통해, 컴팩션 (compaction), 탈기 (degassing) 및 열-기계적 처리의 프로세스를 통해 본딩된다. 다른 고체 상태 제작 방법들은 포일 (foil) 확산 본딩을 포함한다. 이 방법에서, 금속 포일의 층들은 긴 섬유들로 샌드위치되고 이어서 매트릭스를 형성하기 위해 가압된다.
- [0070] 액체 상태 제작 방법들은 전기 도금 (electroplating) 및 전기 주조 (electroforming) 를 포함한다. 이 방법에서, 강화 입자들이 로딩된 금속 이온들을 함유하는 용액은 복합재 재료를 형성하도록 공 증착된다. 다른 액체 상태 제작 방법들은 교반 캐스팅 (stir casting) 을 포함한다. 이 방법에서 불연속적인 강화재는 응고되게 되는 용융된 금속으로 교반된다. 압력 침투 (pressure infiltration) 방법에서, 용융 금속은 예를 들어 가스 압력을 사용하여 강화재 내로 침투한다. 압착 캐스팅 (squeeze casting) 방법에서, 용융된 금속은 내부에 섬유들이 미리 배치된 형태로 주입된다. 스프레이 증착 방법에서, 용융된 금속은 연속적인 섬유 기관 상에 스프레이된다. 반응성 프로세싱 방법에서, 화학 반응은 매트릭스를 형성하는 반응 물질들 중 하나 및 다른 강화재를 사용하여 발생한다.
- [0071] 또 다른 방법들은 반고체 분말 프로세싱 방법을 포함하고, 분말 혼합물은 반고체 상태까지 가열되고 그리고 압력이 복합재들을 형성하도록 인가된다. 물리적 기상 증착 방법에서, 섬유는 기화된 금속의 두꺼운 구름을 통과하여, 코팅된다. 인-시츄 제조 방법에서, 섬유는 기화된 금속의 두꺼운 구름을 통과하여, 코팅된다.
- [0072] MMC들은 MMC들이 대체하는 종래의 재료들보다 보다 고가이다. 그 결과, MMC들은 개선된 특성들 및 성능이 추가된 비용을 정당화할 수 있는 데 사용된다. 이들 적용 예들의 예들은 항공기 컴포넌트들, 우주 시스템들 및 고급 또는 부티크 스포츠 장비를 포함한다.
- [0073] 종래의 폴리머 매트릭스 복합재들과 비교하여, MMC들은 내화성이 있고, 보다 넓은 범위의 온도들에서 동작할 수 있고, 수분을 흡수하지 않고, 보다 우수한 전기적 및 열적 전도도를 갖고, 복사 손상에 내성이 있고, 그리고 아웃가싱 (outgassing) 을 나타내지 않는다. 다른 한편으로, MMC들은 보다 고가인 경향이 있고, 섬유-강화된 재료들은 제조하기 어려울 수도 있고, 그리고 사용 시 이용 가능한 경험에 제한된다.
- [0074] 도 4 및 도 5는 본 개시에 따른 베이스플레이트 (400) 의 일 예를 개략적으로 도시한다. 냉각 채널들, 히터들, 전극들, 등과 같은 베이스플레이트 (400) 의 엘리먼트들은 베이스플레이트 (400) 의 구성에 관한 상세들을 강조하기 위해 생략된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 베이스플레이트 (400) 는 세라믹 코팅 (404) 으로 커버링되는 혼합된 금속 기관 (402) (도 5에 상세히 도시됨) 을 포함한다. 예를 들어, 기관 (402) 은 알루미늄과 같은 금속 및 실리콘 카바이드와 같은 강화 재료로 이루어진 MMC 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 세라믹 코팅 (404) 은 기관 (402) 상에 스프레이 코팅된 알루미늄 옥사이드 (예를 들어, 알루미늄 또는 Al_2O_3) 를 포함할 수 있다.
- [0075] 도 5는 기관 (402) 의 구성의 예들을 도시한다. 예를 들어, 기관 (402) 은 금속 내에 상이한 밀도들의 강화 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 알루미늄과 같은 금속 (412) 과 결합된 실리콘 카바이드와 같은 강화 재료 (410) 의 밀도는 좌측에서 우측으로 3 개의 예들에 도시된 바와 같이 가변할 수 있다. 좌측에서 우측으로 도시된 예들에서 강화 재료 (410) 의 밀도가 상승함에 따라, 기관 (402) 의 복합재 재료 (즉, 금속 (412) 및 강화 재료 (410)) 의 열 팽창 계수 (coefficient of thermal expansion; CTE) 가 감소된다. 예를 들어, 금속 (412) 이 알루미늄이고 강화 재료 (410) 가 실리콘 카바이드일 때, 좌측 박스, 중심 박스 및 우측 박스에 도시된 복합재 재료들의 CTE들은 각각 14, 12 및 11일 수도 있다. 따라서, 도시된 예에서, 복합재 재료의 CTE는 금속

(412) 내의 강화 재료 (410) 의 밀도에 반비례하여 감소된다고 말할 수 있다.

[0076] 특히, 도시된 예에서, 복합재 재료들의 CTE들은 약 22인 알루미늄의 CTE보다 상당히 보다 작고, 그리고 약 8인 알루미늄의 CTE에 보다 가깝다. 바람직하게, 6 내지 12의 범위의 CTE를 갖는 복합재 재료는 기판 (402) 상에 스프레이 코팅된 알루미늄 층과 함께 베이스플레이트 (400) 를 위한 기판 (402) 으로서 사용될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 금속 (예를 들어, 알루미늄) (412) 의 강화 재료 (예를 들어, 실리콘 카바이드) (410) 의 밀도가 약 11의 CTE를 갖는 복합재 재료를 산출하는, 도 5의 우측 박스에 도시된 복합재 재료는, 베이스플레이트 (400) 의 기판 (402) 을 형성하는 데 적합하다. 따라서 형성된 기판 (402) 은 이어서 약 8의 CTE를 갖는 알루미늄 층으로 스프레이 코팅될 수 있다. 약 11의 CTE를 갖는 알루미늄 및 실리콘 카바이드로 형성된 복합재 재료로 구성된 기판 (402) 을 사용하는 것과 약 8의 CTE를 갖는 알루미늄의 스프레이 코팅을 사용하는 것의 이 조합은 프로세싱 챔버들에서 베이스플레이트 (400) 에 대한 응력들을 최소화한다. 결과적으로, 알루미늄으로 스프레이 코팅된 알루미늄 및 실리콘 카바이드의 조합은 기판 (402) (예를 들어, 알루미늄 및 실리콘 카바이드) 및 세라믹 재료 (404) (예를 들어, 알루미늄) 의 CTE들의 보다 우수한 매칭으로 인해 기판 (402) 상에 코팅된 알루미늄 (즉, 세라믹 재료 (404)) 층의 크랙킹을 방지한다.

[0077] 도 6은 본 개시에 따른 기판 지지 어셈블리를 위한 베이스플레이트 (예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400)) 를 제작하는 방법 (450) 을 도시한다. (452) 에서, 방법 (450) 은 제 1 CTE를 갖는 제 1 재료 (예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400) 의 기판 (402)) 를 사용하여 베이스플레이트를 제작하는 것을 포함한다. (454) 에서, 방법 (450) 은 제 1 재료 (예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400) 의 기판 (402)) 를 제 2 CTE를 갖는 제 2 재료 (예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400) 의 세라믹 코팅 (404)) 로 코팅하는 것을 포함하고, 제 1 CTE 및 제 2 CTE는 미리 결정된 범위 내에 있다.

[0078] 예를 들어, 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 는 제 1 값 (예를 들어, 6) 및 제 1 값보다 큰 제 2 값 (예를 들어, 12) 을 갖는다. 제 1 CTE는 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 내의 값 (예를 들어, 11) 을 갖는다. 제 2 CTE는 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 내의 값 (예를 들어, 8) 을 갖는다. 예를 들어, 제 2 CTE는 제 1 CTE보다 작다. 예를 들어, 제 1 CTE (예를 들어, 11) 는 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 의 제 1 값 (예를 들어, 8) 보다 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 의 제 2 값 (예를 들어, 12) 에 보다 가깝다. 예를 들어, 제 2 CTE (예를 들어, 8) 는 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 의 제 2 값 (예를 들어, 12) 보다 미리 결정된 범위 (예를 들어, 6 내지 12) 의 제 1 값 (예를 들어, 6) 에 보다 가깝다. (456) 에서, 방법 (450) 은 프로세싱 챔버 내에서 코팅된 베이스플레이트 (예를 들어, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400)) 를 사용하는 것을 포함한다.

[0079] 물론, 베이스플레이트들을 제작하기 위해 6 내지 12 범위의 CTE들을 갖는 임의의 다른 재료들이 사용될 수도 있다. 즉, 6 내지 12 범위의 CTE들을 갖는 모든 재료들이 기판 및 베이스플레이트의 코팅 재료로서 사용될 수 있다. 또한, 일부 구현 예들에서, CTE들이 6 내지 12의 범위 내에 있는 한, 코팅 재료의 제 2 CTE는 또한 기판 재료의 제 1 CTE보다 클 수 있다.

[0080] 도 7은 본 개시에 따른 베이스플레이트의 기판 (예를 들어, 도 6에 기술된 제 1 재료인, 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400) 의 기판 (402)) 을 제작하기 위한 방법 (480) 을 도시한다. (482) 에서, 방법 (480) 은 기판을 제작하기 위한 금속 (즉, 제 1 재료) 선택하는 것을 포함한다. 예를 들어, 방법 (480) 은 도 5에 도시된 엘리먼트 (412) 를 선택하는 것을 포함한다. 예를 들어, 방법 (480) 은 도 5에 도시된 엘리먼트 (412) 로서 알루미늄을 선택하는 것을 포함한다. (484) 에서, 방법 (480) 은 금속에 강화 재료 (예를 들어, 도 5에 도시된 엘리먼트 (410)) 를 첨가하는 것을 포함한다. 예를 들어, 방법 (480) 은 도 5에 도시된 엘리먼트 (410) 로서 실리콘 카바이드를 선택하는 것을 포함한다. (486) 에서, 방법 (480) 은 금속 및 강화 재료를 사용하여 베이스플레이트를 위한 기판을 제작하는 것을 포함한다.

[0081] 예를 들어, 알루미늄과 실리콘 카바이드의 조합 및 알루미늄의 코팅을 포함하는 베이스플레이트를 제작하는 것은 단순히 설계 선택 또는 관습적인 실험의 결과가 아니라는 것을 주의해야 한다. 오히려, 이는 상이한 기판 프로세싱 시스템들에서 발생하는 광범위하게 달라지는 열적 동작 조건, 화학적 동작 조건 및 전기적 동작 조건 하에서 그리고 가변하는 조합들의 다양한 재료들, 재료들의 특성들 및 재료들의 거동들에 대한 철저하고 광범위한 조사들의 산물이다. 본 개시는 베이스플레이트들 상의 코팅의 크랙킹을 방지하고 베이스플레이트들에 대한 응력을 최소화하는 방법인, 산업계에서 오랫동안 느껴온 필요성을 충족시킨다. 본 개시는 상기 기술된 바와 같이 기판 및 베이스플레이트의 코팅 모두의 CTE들을 좁은 범위 내에 유지시킴으로써 베이스플레이트 상의 코팅의

크랙킹을 방지하고 베이스플레이트에 대한 응력을 최소화하는 예기치 않은 결과를 제공한다.

- [0082] MMC 재료의 베이스플레이트는 캐스팅, 머시닝, 3D 프린팅, 등을 포함하는 다양한 프로세스들을 사용하여 제작될 수 있다. 또한, 일부 예들에서, MMC 재료 상의 코팅 재료는 또한 예를 들어, 프로세싱 챔버들의 컴포넌트들의 일부를 제작하는 데 사용될 수 있는, 이트리아 (즉, 이트륨 옥사이드 또는 Y_2O_3) 와 같은 다른 재료들을 포함할 수 있다.
- [0083] 베이스플레이트를 위해 MMC 재료를 사용하는 이점들 중 하나는 베이스플레이트가 알루미늄과 같은 금속으로 이루어질 때보다 보다 두꺼운 스프레이 코팅으로 베이스플레이트를 스프레이하는 능력이다. 예를 들어, 코팅 재료의 두께는 약 30 μm 내지 약 2 mm일 수 있다. 알루미늄 베이스플레이트들 상의 스프레이 코팅 두께에 대한 제한은 코팅 막에 (스프레이 코팅 크랙킹을 유도하는) 축적된 응력이다. 응력은 (다른 요인들 중에서) 기관 (금속) 과 코팅의 막 사이의 격자 미스매칭 및 접착 특성들과 관련된다. 베이스플레이트의 기관을 금속으로부터 MMC로 변화시킴으로써, 코팅에 대한 응력은 보다 두꺼운 막들을 인에이블하기 (enable) 위해 감소될 수 있다.
- [0084] 보다 두꺼운 막 코팅은 복수의 용도들을 가질 수 있다. 예를 들어, 보다 두꺼운 막은 단순히 ESC 상의 보다 큰 RF 전압들을 인에이블하도록 보다 높은 전압 스탠드오프 (standoff) 를 위해 사용될 수 있다. 또한, 프로세싱 챔버에서 수행되는 프로세스에서, 플라즈마 프로세싱 동안 막의 일부 양이 약간 에칭 제거된다면 (etch away), 보다 두꺼운 막은 베이스플레이트의 수명을 연장할 수 있다. 더욱이, ESC를 세정하기 위해 막의 부분들이 제거되어야 한다면, 보다 두꺼운 막은 ESC의 수명을 연장시킬 수 있다. 보다 얇은 스프레이 코팅들은 또한 몇 가지 특성들, 예를 들어, 코팅에 걸친 감소된 온도 강하 (drop) 를 위해 (즉, 보다 저온의 웨이퍼를 인에이블하기 위해); 그리고 개선된 RF 성능을 위한 보다 우수한 커패시턴스 (capacitance) 매칭을 위해 목표될 수도 있다. 다른 이점들이 고려된다.
- [0085] 베이스플레이트를 위해 MMC 재료를 사용하는 것의 추가적인 이점은 베이스플레이트와 세라믹 플레이트 사이의 개선된 CTE 매칭이 베이스플레이트와 세라믹 플레이트 사이에 배치된 본딩 층의 박리 (delamination) 를 도울 수 있고 그리고 또한 세라믹 플레이트의 크랙킹을 방지할 수 있다는 것이다. 예를 들어, 도 1에서, 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이에 배치된 본딩 층 (116) 은 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 를 물리적으로 본딩하는 것, 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이의 열 전도를 개선하는 것 및 넓은 온도 범위에 걸쳐 전단 응력들 (shearing stress) (전단 응력들은 기관 프로세싱 동안 온도 변화들에 의해 유발된 베이스플레이트 (112) 및 세라믹 플레이트 (114) 의 열적 팽창 및 수축으로 인해 발생한다) 을 견디기에 충분한 탄성을 유지하는 것을 포함하는, 복수의 목적들에 역할을 한다.
- [0086] 이들 목적들에 역할하기 위해, 베이스플레이트 (112) 및 세라믹 플레이트 (114) 의 CTE들이 상당히 상이할 때 본딩 층 (116) 을 위한 재료의 조성 및 두께를 선택하는 것은 어려울 수 있다. 구체적으로, 상기 열적 요건 및 탄성 요건은 본딩 층 (116) 을 위한 재료의 선택에 엄격한 제약들을 부과하고, 이는 ESC들의 비용을 증가시킨다. 예를 들어, 본딩 층 (116) 을 위한 재료는 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이에서 열을 전달해야 할 뿐만 아니라 베이스플레이트 (112) 및 세라믹 플레이트 (114) 의 열적 팽창 및 수축으로 인해 발생하는 전단 응력들을 흡수하기 위해 넓은 온도 범위에 걸쳐 탄성을 유지해야 한다. 유리 전이 (즉, 재료가 단단한 유리질 재료로부터 연성 재료로 변화할 때) 와 같은 본딩 층 (116) 의 고장들은 엄격한 제약들을 고수함에도 불구하고 여전히 발생할 수 있고, 이는 다운타임 (downtime) 을 유발하고 비용들을 더 추가할 수 있다.
- [0087] 세라믹 플레이트 (114) 의 CTE와 밀접하게 매칭하는 CTE를 갖는 베이스플레이트 (112) 를 위한 MMC 재료를 사용하는 것은 본딩 층 (116) 을 위해 사용된 재료에 대한 상기 언급된 제약들을 상당히 완화시킨다. 베이스플레이트 (112) 는 도 4 및 도 5에 도시된 베이스플레이트 (400) 와 유사하고 그리고 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 세라믹 코팅 (404) 으로 코팅될 수 있다. 또한, 세라믹 코팅 (404) 및 세라믹 플레이트 (114) 는 동일한 재료를 포함할 수도 있다. 따라서, 베이스플레이트 (112) 의 CTE는 베이스플레이트 (400) 의 CTE가 베이스플레이트 (400) 상의 세라믹 코팅 (404) 의 CTE와 매칭하는 것과 동일한 정도로 세라믹 플레이트 (114) 의 CTE와 매칭한다.
- [0088] 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이의 CTE 매칭으로 인해, 본딩 층 (116) 을 위한 재료는 열적 특성 및 기계적 특성을 가변하면서 매우 다양한 재료들로부터 선택될 수 있다. 본딩 층 (116) 의 두께는 완화될 수 있다. 본딩 층 (116) 의 바람직하지 않은 유리 전이를 갖는 베이스플레이트 (112) 와 세라믹 플레이트 (114) 사이의 본딩은 개선된 CTE 매칭으로 인해 여전히 적용 가능할 수도 있다 (즉, 반드시 박리를 유발하는 것

은 아닐 수도 있다). 본딩 층 (116) 은 상대적으로 넓은 온도 범위에 걸쳐 박리되지 않는다. 본딩 층 (116) 은 상대적으로 긴 시간 기간 (예를 들어, ESC의 수명) 동안 상대적으로 넓은 온도 범위에 걸쳐 전단 응력들을 흡수한다. 세라믹 플레이트 (114) 의 CTE와 밀접하게 매칭하는 CTE를 갖는 베이스플레이트 (112) 를 위해 MMC 재료를 사용하는 것은 또한 세라믹 플레이트 (114) 의 크랙킹 위험을 감소시킬 수 있다. 그 결과, ESC의 비용이 감소되고, 그리고 ESC의 수명 및 신뢰성이 강화된다.

[0089] 전술한 기술은 본질적으로 단지 예시이고, 본 개시, 이의 적용 예, 또는 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시가 특정한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서 및 이하의 청구항들의 연구 시 자명해질 것이기 때문에 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법의 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시 예들 각각이 특정한 피쳐들을 갖는 것으로 상기 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시 예에 대해 기술된 이들 피쳐들 중 임의의 하나 이상의 피쳐들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시 예들의 피쳐들로 및/또는 임의의 다른 실시 예들의 피쳐들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시 예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시 예들의 또 다른 실시 예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0090] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 관계 및 기능적 관계는, "연결된 (connected)", "인게이지된 (engaged)", "커플링된 (coupled)", "인접한 (adjacent)", "옆에 (next to)", "~의 상단에 (on top of)", "위에 (above)", "아래에 (below)" 및 "배치된 (disposed)"을 포함하는, 다양한 용어들을 사용하여 기술된다. "직접적 (direct)"인 것으로 명시적으로 기술되지 않는 한, 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 간의 관계가 상기 개시에서 기술될 때, 이 관계는 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 다른 중개하는 엘리먼트들이 존재하지 않는 직접적인 관계일 수 있지만, 또한 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 (공간적으로 또는 기능적으로) 하나 이상의 중개하는 엘리먼트들이 존재하는 간접적인 관계일 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 구 A, B 및 C 중 적어도 하나는 비배타적인 논리 OR를 사용하여, 논리적으로 (A 또는 B 또는 C) 를 의미하는 것으로 해석되어야 하고, "적어도 하나의 A, 적어도 하나의 B 및 적어도 하나의 C"를 의미하는 것으로 해석되지 않아야 한다.

[0091] 일부 구현 예들에서, 제어기는 상기 기술된 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부이다. 이러한 시스템들은 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱을 위한 플랫폼 또는 플랫폼들 및/또는 특정 프로세싱 컴포넌트들 (웨이퍼 페데스탈, 가스 플로우 시스템, 등) 을 포함하는, 반도체 프로세싱 장비를 포함할 수 있다. 이들 시스템들은 반도체 웨이퍼 또는 기판의 프로세싱 이전에, 프로세싱 동안에, 그리고 프로세싱 이후에 그들의 동작을 제어하기 위한 전자장치 (electronics) 와 통합될 수도 있다. 전자장치는 시스템들 또는 시스템의 서브파트들 또는 다양한 컴포넌트들을 제어할 수도 있는 "제어기 (controller)"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 진공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이스된 로드 록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.

[0092] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 설정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하게 하는, 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSPs), ASICs (Application Specific Integrated Circuits) 로서 규정되는 칩들 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 수행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기와 통신하는 또는 시스템과 통신하는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어들에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

[0093] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템과 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워크되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어

기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하거나, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하거나, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 예측치들을 조사하거나, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하거나, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하거나, 새로운 프로세스를 시작하기 위해서, 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다.

[0094] 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버)가 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는, 네트워크를 통해 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정사항들의 입력 또는 프로그래밍을 인에이블하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들 동안 수행될 프로세싱 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정하는, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이스하도록 구성되는 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다.

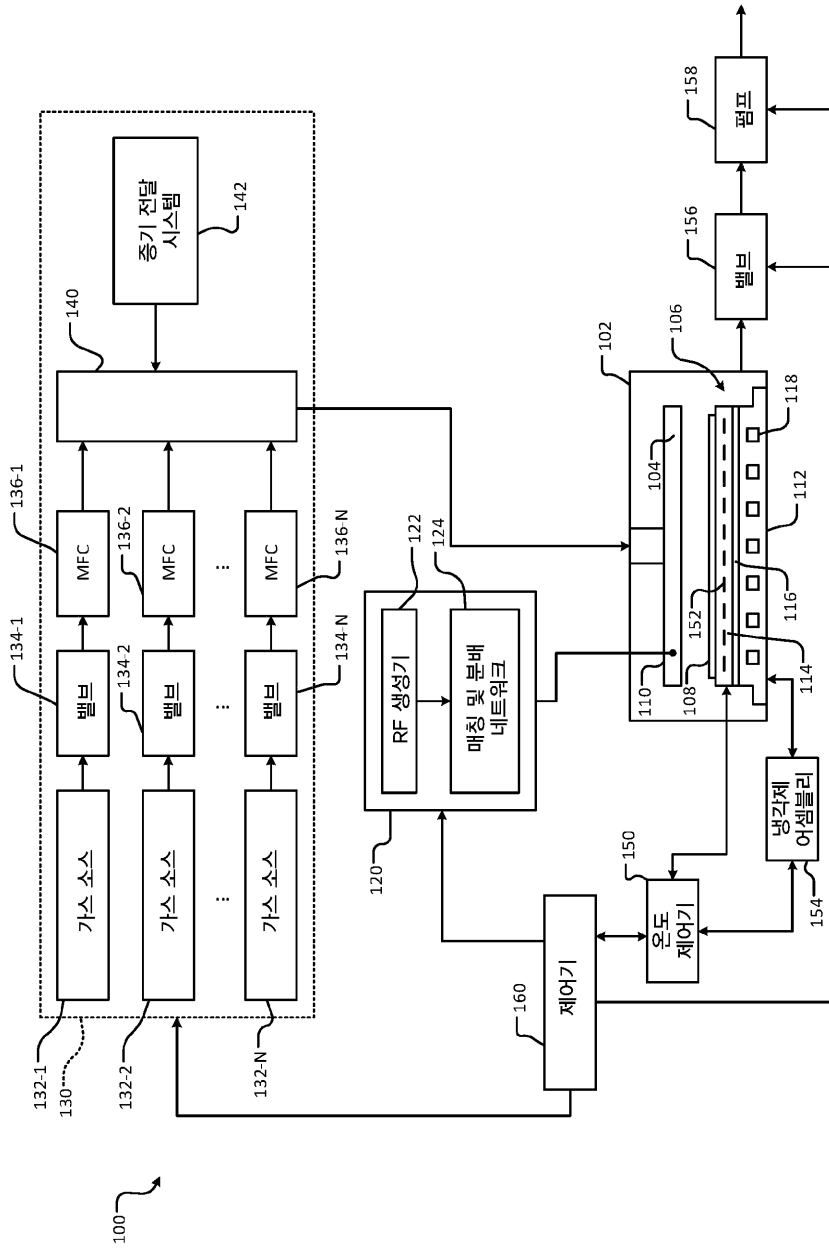
[0095] 따라서, 상기 기술된 바와 같이, 제어기는 예컨대 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들과 같은, 공동의 목적을 향해 함께 네트워킹되고 작동하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 일 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0096] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, PVD (Physical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, CVD 챔버 또는 모듈, ALD 챔버 또는 모듈, ALE (Atomic Layer Etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

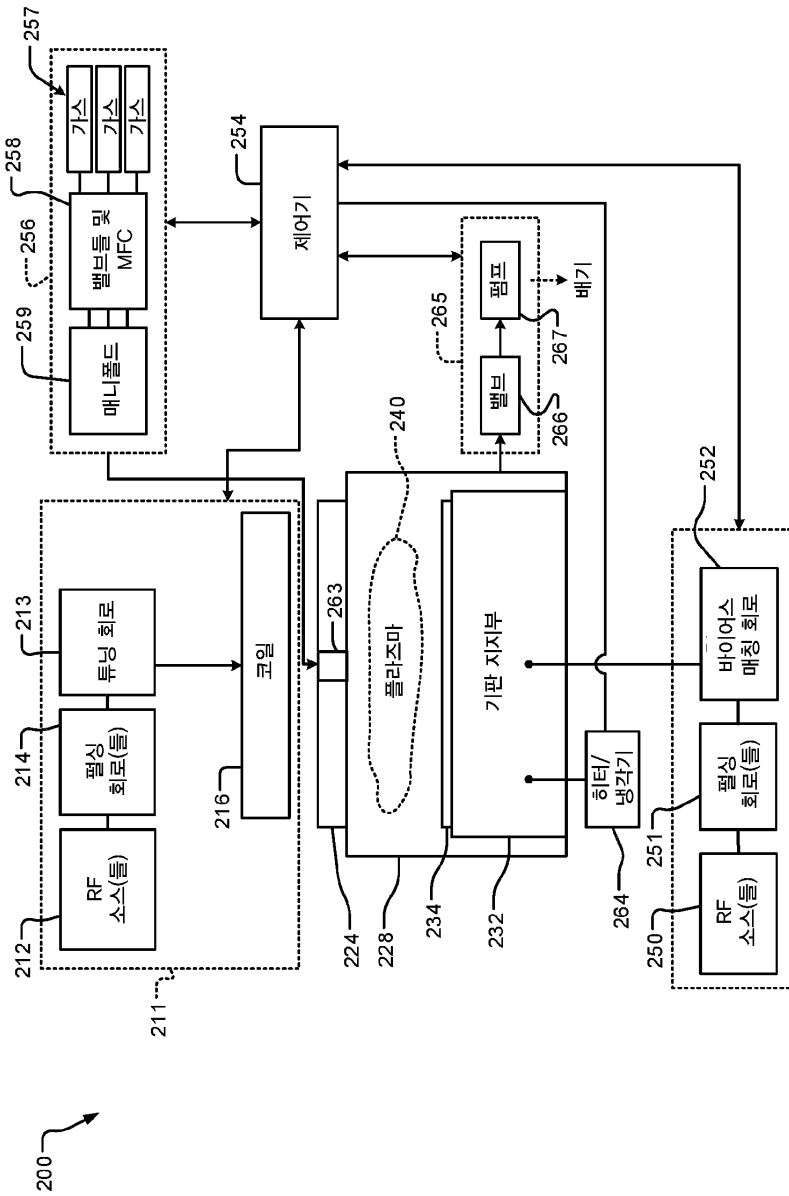
[0097] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

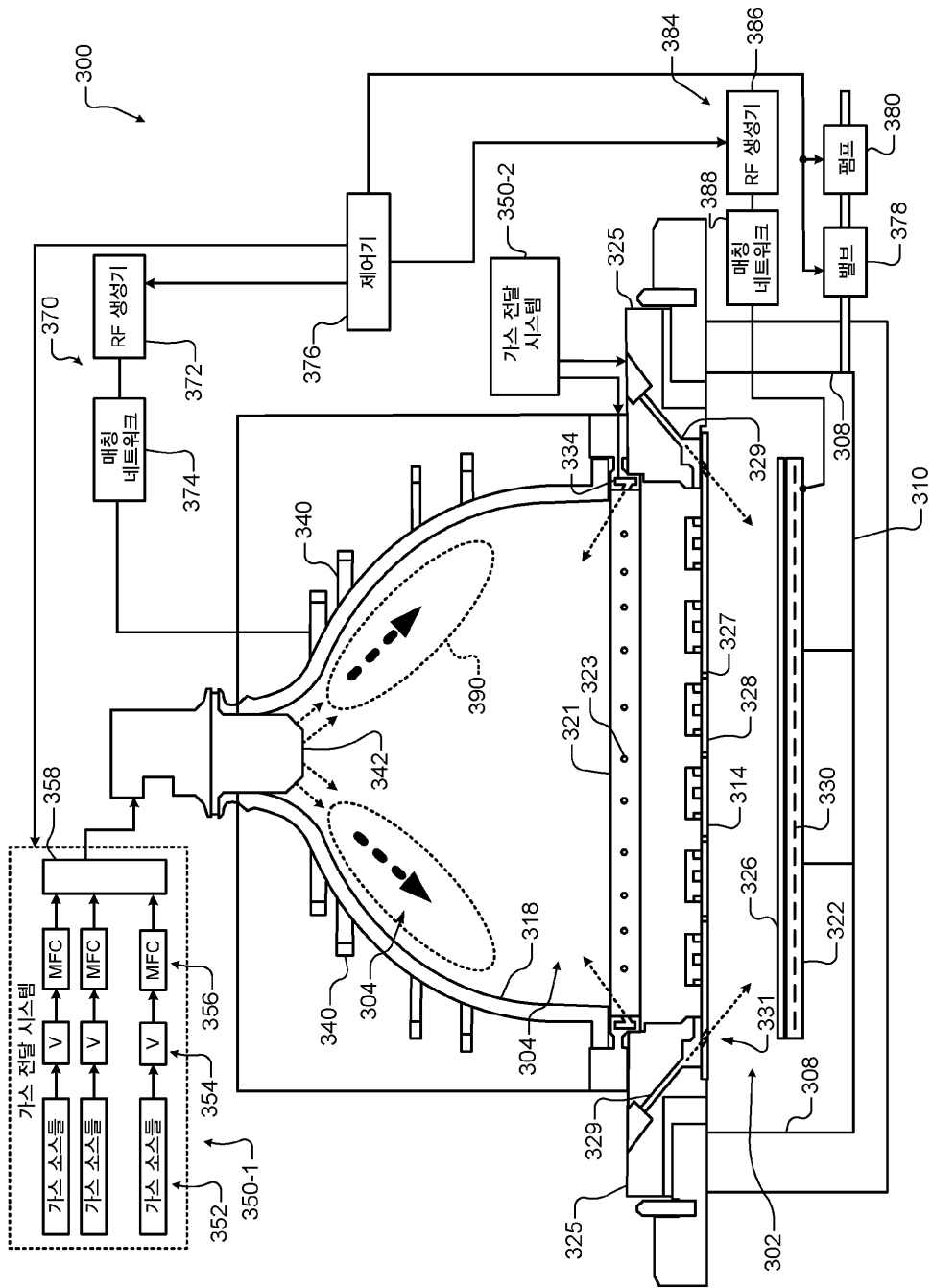
도면1



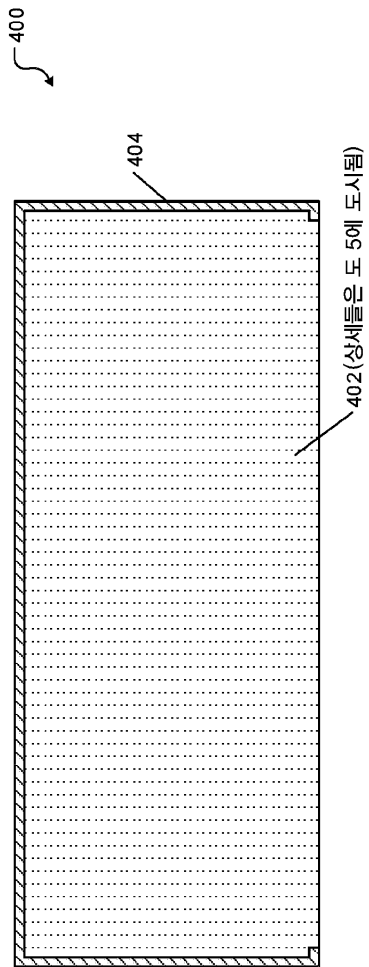
도면2



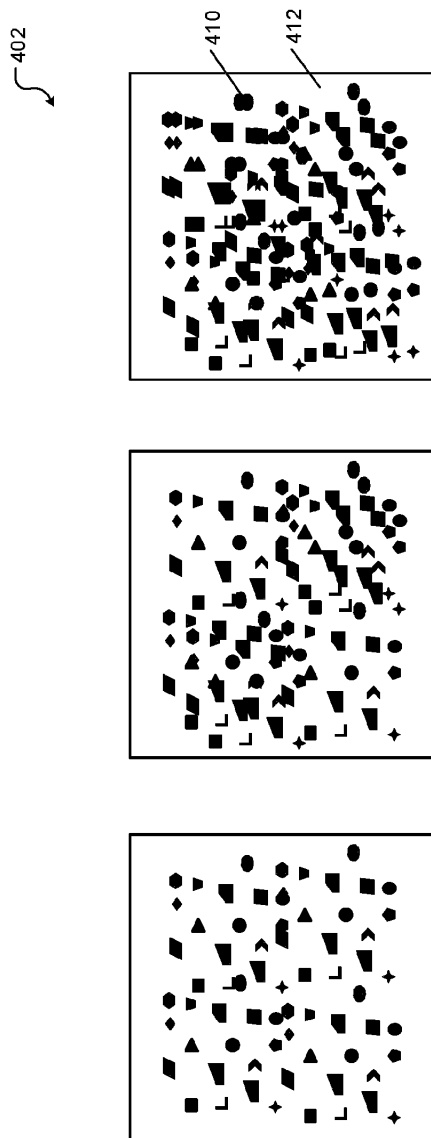
도면3



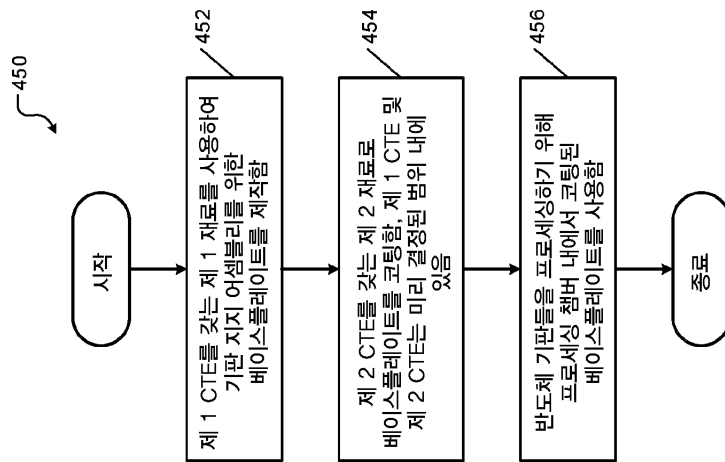
도면4



도면5



도면6



도면7

